云 南 植 物 研 究 1989; 11 (2): 139—144
Acta Botanica Yunnanica

草芍药、野牡丹和黄牡丹的核型研究

杨涤清 朱燮桴

(庐山植物园，江西)

摘要 本文报道了国产芍药属 (*Paeonia* L.) 植物草芍药、野牡丹和黄牡丹的染色体数目及核型，均为 2n=10=6m+2sm+2st，它们分别具 2、3 和 4 对次缢痕，所具次缢痕的数目和位置可以作三种核型的区别特征。

关键词 草芍药；野牡丹；黄牡丹；核型

芍药属 (*Paeonia* L.) 植物约35种，分布于欧、亚大陆温带地区。我国有11种，主要分布在西南、西北地区，少数种类也分布在东北、华北及长江两岸各省[1, 2, 3]。其中牡丹 (*P. suffruticosa* Andr.) 和芍药 (*P. lactiflora* Pall.) 为我国园林的著名花卉，栽培历史悠久，园艺品种丰富，在国际上久享盛誉。近年来，国内有关牡丹及芍药的细胞学和遗传学方面的研究，时见报道[4—8]。为进一步开发利用我国的野生花卉资源，我们对三种国产的芍药属野生植物——草芍药 (*P. obovata* Maxim.)、野牡丹 (*P. delavayi* Franch.) 和黄牡丹 (*P. delavayi* var. *lutea* Finet et Gagnep.) 进行了核型研究，供植物学家、园艺学家及育种工作者参考。

材料和方法

草芍药 (*P. obovata*)：多年生草本，花白色，亦有红色、紫色。实验材料取自江西省庐山海拔700—900米的野生植株。

野牡丹 (*P. delavayi*)：亚灌木，花红色或紫红色。实验材料取自云南省丽江海拔2400米左右的野生植株。

黄牡丹 (*P. delavayi* var. *lutea*)：亚灌木，花黄色，有时边缘红色或基部有紫色斑块。实验材料系取自云南省大理海拔3000米左右的野生种子，播种后长成的实生苗。

以上三种实验材料，系据《中国植物志》及有关资料鉴定、定名[1, 2, 3]。均取其根尖。

材料以0.002*M* 8-羟基喹啉的0.03%秋水仙素溶液室温处理4小时后，用冰醋酸：无水乙醇 (1:3) 液固定16—18小时，再经盐酸：95%乙醇 (1:1) 室温解离8—10分钟，最后用改良石炭酸品红液染色，压片、镜检。

1987-08-28收稿

表1 草芍药、野牡丹和黄牡丹的染色体长度、臂比和类型

Table 1 The chromosome's length, arm ratio and classification of *Paeonia obovata*, *P. delavayi* and *P. delavayi* var. *lutea*

Species	Chr. No.	Relative length (%) (L+S=T)	Arm ratio (L/S)	Chr. type
	1	13.29+11.68=24.97	1.14	m
Paeonia obovata	2	11.68+ 9.93=21.61	1.18	m
(Total length,	3	10.74+ 9.26=20.00	1.16	m
74.5μm)	4	11.81+ 6.04=17.85	1.96	sm*
	5	12.75+ 2.82=15.57	4.52	st*
	1	13.19+ 9.26=22.45	1.42	m*
P. delavayi	2	11.77+ 9.89=21.66	1.19	m
(Total length,	3	11.15+ 9.11=20.26	1.22	m
63.7μm)	4	12.24+ 6.75=18.99	1.81	sm*
	5	13.34+ 3.30=16.64	4.04	st*
	1	12.98+ 8.77=21.75	1.48	m
P. delavayi	2	11.40+10.35=21.75	1.10	m*
var. *lutea*	3	10.88+ 9.65=20.53	1.13	m
(Total length,	4	12.46+ 7.19=19.65	1.73	sm*
57.0μm)	5	12.99+ 3.33=16.32	3.90	st*

* 随体染色体。 * SAT-Chromosomes.

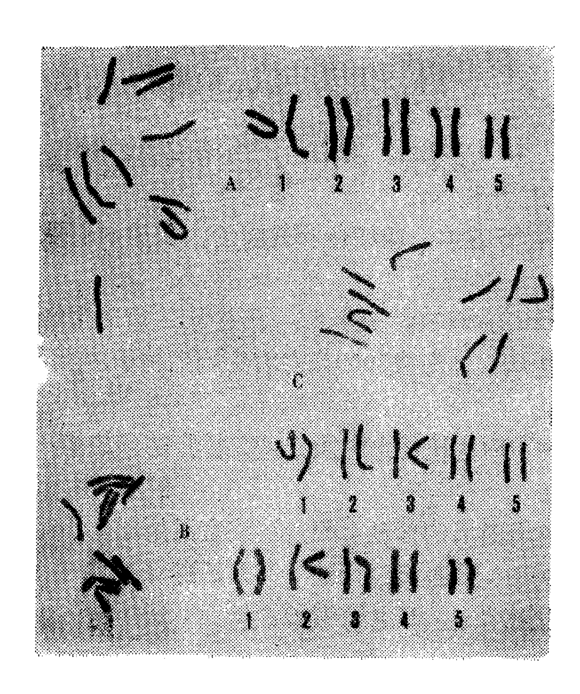


图1 草芍药（A）、野牡丹（B）和黄牡丹（C）的中期染色体图象及核型（×500）

Fig. 1 Somatic metaphase and kayotypes of *Paeonia obovata*(A), *P. delavayi* (B) and *P. delavayi* var. *lutea* (C). × 500.

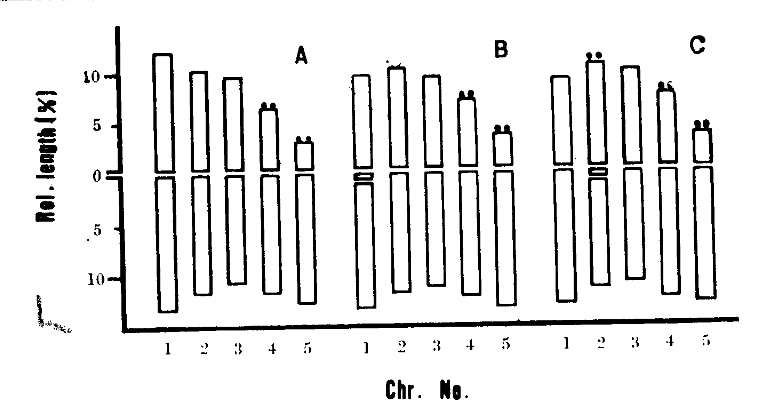


图 2　草芍药（A）、野牡丹（B）和黄牡丹（C）的核型模式图

Fig. 2　Idiograms of *Paeonia obovata* (A), *P. delavayi* (B) and *P.delavayi* var. *lutea* (C).

选择染色体分散较好的有丝分裂中期图象进行染色体计数；对每一物种中的 5 个图象通过显微摄影后，从放大照片中测定各染色体的长度（表 1），按Levan等的染色体形态分类标准[9]，排出各物种的核型（图 1）及绘出核型模式图（图 2）。

凭证玻片：8620-5（草芍药）、8714-4（野牡丹）及8715-4（黄牡丹），均保存于庐山植物园染色体实验室。

结果和讨论

1. 染色体数目及核型

在芍药属的迄今已研究过的各个物种中，仅在牡丹（*P.suffruticosa*）的栽培品种“首案红”及*P. japonica*的野生种群中发现过三倍体（$2n=3x=15$）[6]，草芍药（*P.obovata*）中发现过四倍体（$2n=4x=20$），其余均为二倍体种（$2n=2x=10$）。本文所报道的三种国产芍药属野生种的染色体数目，均为 $2n=2x=10$，与国外曾报道的一致[10,11]。

芍药属的核型有两种类型，第一类为 $2n=10=8m+2st$，第二类为 $2n=10=6m+2sm+2st$。这两种类型的主要差别表现在第 4 对染色体上，第二类的第 4 对染色体为近中部着丝点染色体(sm)，较第一类中第 4 对染色体（m）的不对称性（asymmetry）有所增加。国内许多学者研究了牡丹的众多的栽培品种的核型，发现它们的核型基本上为第一类型[6,7]；最近，于兆英等[8]报道了产于我国陕西的野生种——矮牡丹（*P. suffruticosa* var. *spontanea*）与紫斑牡丹（*P.suffruticosa* var. *papaveracea*）的核型，前者产于延安，核型为第一类型，后者产于秦岭太白山区，核型为第二类型[8]。本文所报道的三种国产芍药属植物的核型，均属第二类型，即 $2n=10=6m+2sm+2st$，除产于江西庐山的芍药组（Sect. *Paeonia*）的草芍药外，产于云南丽江和大理的牡丹组（Sect. *Moutan*）的野牡丹和黄牡丹的核型，均与紫斑牡丹较接近，而与牡丹及其众多的栽培品种和矮牡丹的核型差别较大。

如果考虑到目前对核型不对称性的一般认识，通常认为核型的不对称程度是进化的

一种标志，即不对称程度越高则进化水平越高。那么芍药属中的各个种，按Sttebins的核型不对称性分类标准[12]，虽然都属2 A型，但属第二类核型的物种，其进化程度似较第一类核型的高。我们认为，《中国植物志》第二十七卷中提出的栽培牡丹“可能由矮牡丹（*P.suffruticosa* var. *spontanea*）引种而来”的论点[1]是正确的。在牡丹的长期栽培、驯化过程中，虽不能排除曾与秦岭地区或我国西南地区的种类杂交、交流基因的可能性，但在今后开展牡丹的杂交育种工作时，如欲利用我国西南地区的野生种质资源，就应考虑到两种类型在核型上的差异，方法上应以复合杂交法或回交法进行。

2.染色体的长度

芍药属的染色体是毛茛科中著名的大型染色体。由于它的基数为x = 5、具有极大型的染色体而区别于毛茛科的其它属，有的学者结合细胞学、形态解剖学、胚胎学、植物化学等多方面的研究资料，建议将芍药属从毛茛科中分出另立芍药科（Paeoniaceae）。

本实验所观测到的芍药属三个野生种的染色体，均属极大型。三种材料的5对染色体，在相对长度上差异均不甚大；但在本实验所采用的相对一致的处理条件下，芍药组的草本的草芍药（染色体组总长度为74.5μm）具有明显大于牡丹组的木本的野牡丹（染色体组总长度63.7μm）和黄牡丹（染色体组总长度57.0μm）的染色体，而后两者则更为接近。

按郭幸荣等[13]的“相对长度系数（I.R.L.）”表示法[1)]，草芍药为$2m_2+3m_1$，野牡丹和黄牡丹则均为$3m_2+2m_1$，得到了同样说明后两者更相接近的结论。

Stebbins提出了“臂的比例长度（Proportional length of arm）”的比较法[10]，以芍药属染色体组中第5对染色体的长臂长度为1个单位时，这个组中其它染色体的各条臂的长度与它的比值，对本属中亲缘关系较近的物种和同一物种的不同亚种、变种之间，较之分类学上远为分离的物种之间有着更大的相似性。我们对本文的实验结果及国内近期学者的研究结果按他的方法进行了处理，并与他文中的数据进行了比较。我们认为，这个结论是不确切的。从目前进一步掌握的数据来看，“臂的比例长度”有较大的变异幅度，特别是被定为比较单位的第5对染色体的长臂，如发生缺失或不等易位而长度变化时，会使各臂的比例长度的值发生相应的变化。

但是，在臂的长度上另有一个令人关注的特征，即野牡丹、黄牡丹的第1对染色体，它们的臂比分别为1.42和1.48，较之草芍药的1.14，两臂的不等性有了增加，我们认为，这个特征是亲缘关系较近的木本的牡丹组中极大部分物种所共有的。

3.次缢痕的数目及位置

次缢痕的数目及其所在位置，常是区别近缘种的重要的染色体形态特征。

Stebbins曾指出[10]，芍药属的核型中有2对随体染色体，第4对和第5对染色体的短臂上均有1个小随体。李懋学等[6]报道了三倍体牡丹“首案红”仅在第5对染色体的短臂上有1个小随体；王莲英等[7]报道了牡丹的7个品种的核型中均未发现随体；于兆英等[8]在紫斑牡丹和矮牡丹中也均没有清楚地观察到随体。

1）I. R. L. =染色体长度/全组染色体平均长度。I.R.L.<0.76的为短染色体（S），0.76≤I.R.L.≤1.00的为中短染色体(m_1)，1.01≤I.R.L.≤1.25的为中长染色体(m_2)，I. R. L. ≥1.26的为长染色体(L)。

本文的观察结果为：草芍药核型中具2对随体染色体，即第4、5对染色体的短臂端部都具有次缢痕，随体均为小圆球状。这个结果不同于栽培芍药（*P.lactiflora*），后者只在第5对染色体短臂端部具次缢痕及小圆球状随体[4]。这种差异，也许是不同物种之间本身的差异所引起，下面我们将进一步讨论；但也可能是由于制片技术所引起，即次缢痕因压片太重而断离，或因预处理时间过长而过度收缩贴紧。我们也曾在草芍药的部分图象中分别观察到不具随体或仅具1至3个随体的现象。

在野牡丹和黄牡丹的核型中，除同样在第4、5对染色体短臂端部具次缢痕和小圆球状随体外，野牡丹在第1对染色体长臂的近着丝点处具有1次缢痕，核型中具有3对随体染色体及3对次缢痕；黄牡丹则在第2对染色体的长臂近着丝点处及短臂端部各具1次缢痕，核型中具有3对随体染色体及4对次缢痕。在长臂近着丝点处的次缢痕，当染色体收缩过甚时，常不易与着丝点相区别，故在观察时常被人忽视；而在压片用力过大时，则又可引起长、短臂之间的距离拉开，甚至断离。

次缢痕的数目及位置，可作为本文所观察的三个种及芍药属其它种之间核型中的一个重要的染色体形态鉴别特征。

致谢　承本园刘永书、朱国茅同志提供部份实验材料。

参 考 文 献

1　中国科学院植物研究所，中国医学科学院药物研究所．中国植物志　第二十七卷．北京：科学出版社，1979；37—59

2　中国科学院青藏高原综合科学考察队．西藏植物志　第二卷．北京：科学出版社，1985：5—8

3　方文培．植物分类学报　1958；7：297—324

4　李懋学，陈定惠．遗传学报　1980；7：271—275

5　陈可咏．植物学报　1981；23：500—502

6　李懋学，张学方．遗传　1982；4：19—21

7　王莲英，刘淑敏，秦魁杰等．北京林学院学报　1983；（1）：63—71

8　于兆英，李思锋，周俊彦．西北植物学报　1987；7：12—16

9　Levan A et al. *Hereditas* 1964; 52: 201—220

10　Stebbins G L. *Genetics* 1938; 23: 83—110

11　Darlington C D, Wylie A P. Chromosome Atlas of Flowering Plants. London: George Allen & Unwin, 1955: 19

12　Stebbins G L. Chromosomal evolution in higher plants. London: Edward Arnold Ltd., 1971: 87—89

13　Kuo S R, Wang T T, Huang T C. *Taiwania* 1972; 17: 66—80

KARYOTYPIC STUDIES OF PAEONIA OBOVATA, P. DELAVAYI AND P. DELAVAYI VAR. LUTEA

Yang Diqing, Zhu Xiefu

(Lushan Botanical Garden, Jiangxi)

Abstract The precent paper reports the chromosome numbers and karyotype analysis of *Paeonia obovata* Maxim., *P. delavayi* Franch. and *P. delavayi* Franch. var. *lutea* Finet et Gagnep., which were collected from Jiangxi and Yunnan Province of China.

On the chromosomes of these species, it is show a similarity that the somatic chrosome number of all species are 2n = 10, their karyotype formulae are 2n = 6m + 2sm + 2st.

In these species, however, each species may be distinguished from anothers by number and position of secondary constriction. The *P. obovata* has two pairs of SAT-chromosome, the secondary constriction are on the short arm near terminal of 4 th and 5 th pairs. The SAT-chromosome of *P. delavayi* and *P. delavayi* var. *lutea* both have 3 pairs. 4 th and 5 th pairs of these as similar as *P. obovata*. But there is one secondary constriction on the long arm near centromere of 1 st pair of *P. delavayi*, one on the long arm near centromere and another on the short arm near terminal of 2 nd pair of *P. delavayi* var. *lutea*.

Key words *Paeonia obovata*; *P. delavayi*; *P. delavayi* var. *lutea*; Karyotype